

МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 656.078

DOI <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2025-2-70.30>

Кузьменко А. І., кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри транспортних технологій та міжнародної
логістики Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0001-7278-3647

Черчата А. О., кандидат економічних наук, доцент,
завідувач кафедри економіки, менеджменту та підприємництва
Українського державного університету науки і технологій,
ННІ «Придніпровська державна академія будівництва
та архітектури»
ORCID: 0000-0002-6753-2891

Халіпова Н. В., кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних технологій та міжнародної логістики
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0001-5605-6781

Леснікова І. Ю., кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних технологій та міжнародної логістики
Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0001-5605-6781

ОПТИМІЗАЦІЯ МІЖНАРОДНИХ ЛОГІСТИЧНИХ ПОТОКІВ НА ПІДСТАВІ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

У статті розглянуто теоретичні та практичні аспекти оптимізації міжнародних логістичних потоків в умовах невизначеності зовнішнього середовища. Визначено основні чинники, що впливають на ефективність функціонування логістичних систем у міжнародному масштабі, серед яких – геополітична нестабільність, коливання валютних курсів, зміни у митному законодавстві, нестача транспортних ресурсів та інформаційна непрозорість. Особливу увагу приділено застосуванню методів теорії прийняття рішень, які дозволяють обґрунтовано обирати оптимальні варіанти дій за умов обмеженої або неповної інформації.

У роботі проаналізовано можливості використання критеріїв Лапласа, Вальда, Севіджа та Гурвіца для оцінки ризиків та ефективності логістичних рішень. Продемонстровано, як кожен із цих критеріїв відображає різний рівень ставлення до ризику (від песимістичного до оптимістичного) і може бути застосований для вибору маршруту доставки, постачальника, перевізника або схеми транспортування. Розв'язано практичну задачу оптимізації міжнародних логістичних потоків у автомобільному сполученні за напрямом Дрезден – Ужгород, як одному з актуальних логістичних коридорів між Європейським Союзом та Україною. Цією метою розроблено мережевий графік, виконано відповідні розрахунки та побудовано порівняльні діаграми.

Розроблено узагальнену матрицю ризиків, що дозволяє оцінити вплив зовнішніх факторів на стабільність міжнародних поставок і визначити пріоритетні напрями управлінських дій.

Результати дослідження підтверджують, що інтеграція методів прийняття рішень у процес управління міжнародною логістикою підвищує її адаптивність, сприяє зменшенню ризиків та забезпечує збалансованість між витратами, часом і надійністю постачань. Запропонований підхід може бути використаний підприємствами-експортерами, транспортно-експедиторськими компаніями та логістичними операторами для стратегічного планування та підвищення конкурентоспроможності на світовому ринку.

Ключові слова: міжнародна логістика, логістичні потоки, теорія прийняття рішень, критерії невизначеності, оптимальні маршрути.

© А. І. Кузьменко, А. О. Черчата, Н. В. Халіпова, І. Ю. Леснікова, 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Kuzmenko A. I., Cherchata A. A., Khalipova N. V., Lesnikova I. Yu. Optimization of international logistics flows based on methods of the theory of decision-making in conditions of uncertainty

The article examines the theoretical and practical aspects of optimizing international logistics flows in conditions of uncertainty in the external environment. The main factors affecting the efficiency of logistics systems on an international scale are identified, including geopolitical instability, exchange rate fluctuations, changes in customs legislation, lack of transport resources and information opacity. Special attention is paid to the application of decision-making theory methods that allow you to reasonably choose the optimal options for actions under conditions of limited or incomplete information.

The paper analyzes the possibilities of using the Laplace, Wald, Savage, and Hurwitz criteria to assess the risks and effectiveness of logistics solutions. It is demonstrated how each of these criteria reflects a different level of risk attitude (from pessimistic to optimistic) and can be applied to select a delivery route, supplier, carrier or transportation scheme. The practical task of optimizing international logistics flows in the Dresden-Uzhgorod direction by road, as one of the relevant logistics corridors between the European Union and Ukraine, has been solved. For this purpose, a network graph was developed, corresponding calculations were performed and comparative diagrams were constructed. A generalized risk matrix has been developed, which allows to assess the impact of external factors on the stability of international supplies and to determine the priority directions of management actions.

The results of the study confirm that the integration of decision-making methods into the international logistics management process increases its adaptability, helps reduce risks and ensures a balance between costs, time and reliability of supplies. The proposed approach can be used by exporting enterprises, transport and forwarding companies and logistics operators for strategic planning and increasing competitiveness in the world market.

Key words: international logistics, logistics flows, decision-making theory, uncertainty criteria, optimal routes.

Постановка проблеми. У світовому господарстві здійснення міжнародних перевезень неможливе без розвинутої логістичної інфраструктури, як на національному рівні, так і на міжнародному. Особливе місце в логістичній інфраструктурі займає транспортна логістика, яка утворює світову транспортну систему [1].

Сучасний етап розвитку світової економіки супроводжується зростанням рівня глобальної невизначеності та ускладненням функціонування міжнародних транспортно-логістичних систем. Воєнні конфлікти, пандемія COVID-19, різкі коливання цін на енергоносії, торговельні війни та кліматичні катаклізми дедалі частіше призводять до збоїв у ланцюгах постачання та обмежень міжнародної торгівлі. Логістичні компанії та національні економіки стикаються з необхідністю швидкого реагування на непередбачувані зміни, що проявляються у закритті кордонів, блокуванні портів, порушенні авіаційних і морських маршрутів, дефіциті транспортних ресурсів і зростанні витрат на перевезення [2]. Повномасштабна війна в Україні спричинила глибоку трансформацію національної економіки, істотно ускладнила функціонування логістичної інфраструктури та вплинула на стабільність глобальних ланцюгів постачання. В умовах підвищеної невизначеності особливого значення набуває ефективне управління експортною логістикою як ключовим чинником забезпечення економічної стійкості країни та збереження її інтеграції у світову економіку.

Традиційні підходи до організації міжнародних перевезень, що базувалися на принципах мінімізації витрат та оптимізації маршрутів у стабільних умовах, виявилися малоефективними в період глобальних криз. Виникає потреба у формуванні нових адаптивних стратегій управління, які враховують багатовекторні ризики, забезпечують гнучкість і здатність швидкого відновлення функціонування логістичних систем [2].

Оптимізація міжнародних логістичних потоків – це складне завдання, що включає управління переміщенням товарів, інформації та фінансових ресурсів між країнами з мінімальними витратами та максимальним рівнем ефективності. Проте на практиці існує низка проблем, які ускладнюють цей процес. Основні з них, згруповані за ключовими напрямками, наступні.

1. Економічні та фінансові проблеми: коливання валютних курсів, що впливають на вартість перевезень, митних зборів і закупівель; висока вартість транспортування, особливо морських та авіаперевезень після пандемії COVID-19 і воєнних конфліктів; нерівномірність розвитку інфраструктури (у різних країнах транспортні системи розвинені нерівномірно, що підвищує витрати на логістику); високі митні та податкові бар'єри, особливо у торгівлі між країнами, які не мають угод про вільну торгівлю.

2. Організаційно-правові проблеми: складні митні процедури (затримки на кордоні, бюрократія, відсутність електронного документообігу); відмінності у правових системах – різні стандарти безпеки, сертифікації, маркування продукції; нестача єдиних міжнародних логістичних стандартів, що ускладнює координацію між перевізниками, експедиторами та митницями; обмеження, пов'язані з санкціями або воєнними діями, наприклад, проти РФ або в зонах конфлікту.

3. Технологічні проблеми: низький рівень цифровізації логістичних процесів (у багатьох країнах досі застосовуються паперові документи); недостатня інтеграція ІТ-систем учасників ланцюга постачання, яка призводить до втрат даних, помилок, дублювання операцій; відсутність аналітичних інструментів для прогнозування затримок чи оптимізації маршрутів та кібербезпека (у даному випадку – ризики витоку даних або саботажу в системах управління логістикою).

4. Геополітичні та безпекові чинники: військові конфлікти (зокрема, російська агресія проти України), які руйнують транспортну інфраструктуру та змінюють маршрути постачання; закриття або блокування

транспортних коридорів (наприклад, Чорноморських портів); політична нестабільність у транзитних країнах, що підвищує ризики зриву поставок.

5. Екологічні та соціальні проблеми: вимоги до зменшення викидів CO₂ (перехід на “зелену логістику” потребує значних інвестицій); нестача кваліфікованих кадрів, особливо водіїв міжнародних перевезень; зміна споживчих очікувань (клієнти вимагають швидких і прозорих поставок, що тисне на логістичні системи).

6. Проблеми оптимізації управління: складність координації між учасниками ланцюга постачання (виробник – перевізник – митниця – дистриб’ютор – споживач); відсутність гнучких стратегій ризик-менеджменту (логістичні ланцюги часто не готові до форс-мажорів); недостатня аналітика і прогнозування попиту, що призводить до надлишкових або дефіцитних запасів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Процеси управління міжнародною логістикою розглядало багато вітчизняних та зарубіжних науковців. Серед них: Верещагіна Г. В. та Сушко К. В. [1]; Малиновський Ю. В., Ремез О. С., Сорока В. В., Гринчук Т. В. Гриценко С. І. та Дейкун В. О. [2]; Сколозdra Ю. І. [3]; Гриценко С. І. та Дейкун В. О. [4]; Вакуленко В.Л., Лю Юнтао та Лю Сяовой [5] і т.д.

Так, у статті [2] досліджено сучасні проблеми функціонування міжнародної логістики в умовах глобальних криз та обґрунтовано необхідність формування адаптивних стратегій управління транспортно-логістичними системами. Показано, що традиційні моделі організації перевезень, орієнтовані переважно на мінімізацію витрат і стабільність операційних процесів, є недостатньо ефективними за умов високої невизначеності, що зумовлюється воєнними конфліктами, пандеміями, енергетичними коливаннями та кліматичними катаклізмами. Встановлено, що ключовими викликами для міжнародних перевезень є геополітичні загрози, економічні ризики, екологічні та технологічні чинники, а також соціальні аспекти, пов’язані з дефіцитом кадрів і міграційними процесами.

Автор статті [3] розглядає роль логістики в імпорتنій діяльності підприємства. Основну увагу приділено оптимізації транспортних потоків, поліпшенню складських операцій та мінімізації витрат на логістику. Визначено основні фактори, які найбільше враховується у міжнародному логістичному ланцюжку для імпортерів. Розглянуто практичний кейс оптимізації логістичних процесів в імпорتنій діяльності підприємства.

У науковій роботі [4] розглянуто логістику як ключовий компонент конкурентоспроможності підприємства в умовах стрімкого розвитку цифрових технологій і глобалізації бізнесу. Автори зазначають, що успішне функціонування ланцюгів постачання більше не може базуватися на традиційних методах управління, тому необхідно запустити процеси цифрової трансформації, яка відкриває нові можливості для оптимізації логістичних процесів, підвищення ефективності, зниження витрат та посилення прозорості.

Метою дослідження [5] є системний аналіз викликів у сфері логістичного забезпечення експорту в умовах воєнного стану, а також визначення стратегічних підходів до підвищення гнучкості та надійності ланцюгів постачання. Авторами зацентовано увагу на необхідності переосмислення традиційних моделей системи ризик-менеджменту через призму концепцій вразливості та стійкості, які в сучасних умовах виступають пріоритетними в теорії та практиці управління ризиками. У межах вказаного дослідження ідентифіковано форми реалізації ризик-орієнтованого управління в логістиці з метою мінімізації наслідків потенційних збоїв, а також обґрунтовано інтеграцію інструментів адаптивного управління для забезпечення швидкого відновлення функціональних логістичних систем при цифровізації логістичних процесів та використанні сучасного програмного забезпечення.

Не зважаючи на значну кількість досліджень у сфері міжнародної логістики, недостатньо розробленими залишаються комплексні підходи до розподілу міжнародних логістичних підходів. Потребує вирішення завдання формування адаптивних стратегій, здатних забезпечити безперервність і стійкість транспортно-логістичних систем, інтегруючи інноваційні та цифрові рішення [2].

Метою дослідження є визначення інструментів оптимізації міжнародних логістичних потоків у автомобільному сполученні за напрямом Дрезден – Ужгород, як одному з актуальних логістичних коридорів між Європейським Союзом та Україною. Поставлена задача полягає в тому, щоб спроектувати оптимальну транспортно-логістичну схему доставки вантажу за вказаним маршрутом на підставі методів теорії прийняття рішень в умовах невизначеності. Для цього пропонується використовувати мережеве планування і критерії Лапласа, Вальда, Севіджа та Гурвіца, що належать до класичних і в транспортній логістиці допомагають оцінювати ризики, порівнювати варіанти маршрутів, постачальників чи перевізників та вибирати оптимальну стратегію при відсутності точних прогнозів. На основі цих критеріїв виконано відповідні розрахунки для порівняння чотирьох можливих маршрутів та обрано оптимальний.

Виклад основного матеріалу дослідження. Комплексний аналіз чотирьох варіантів маршрутів з метою вибору оптимального рішення для організації міжнародної логістичної доставки передбачає складання можливих схем перевезень (див. рис. 1-4) з детальним описом кожного маршруту.

Формування маршрутів здійснювалося за допомогою спеціалізованого логістичного сервісу Flagma. UA [6], що дозволило врахувати реальні дорожні умови, відстані, можливі затори та швидкісні обмеження. У процесі аналізу було також враховано такі часові витрати, як зміна водіїв, перерви на відпочинок, проходження митного контролю тощо [7].

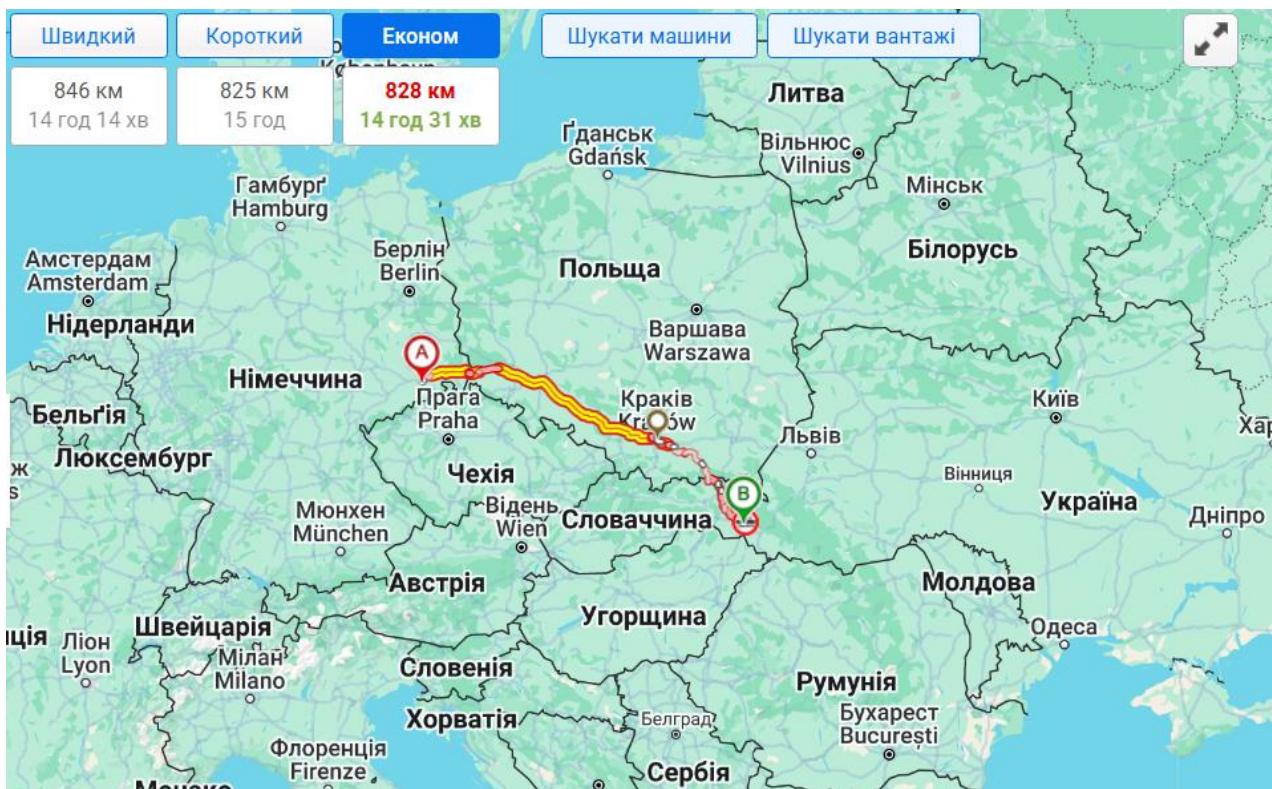


Рис. 1. Маршрут № 1 Німеччина – Україна через території Польщі та Словаччини

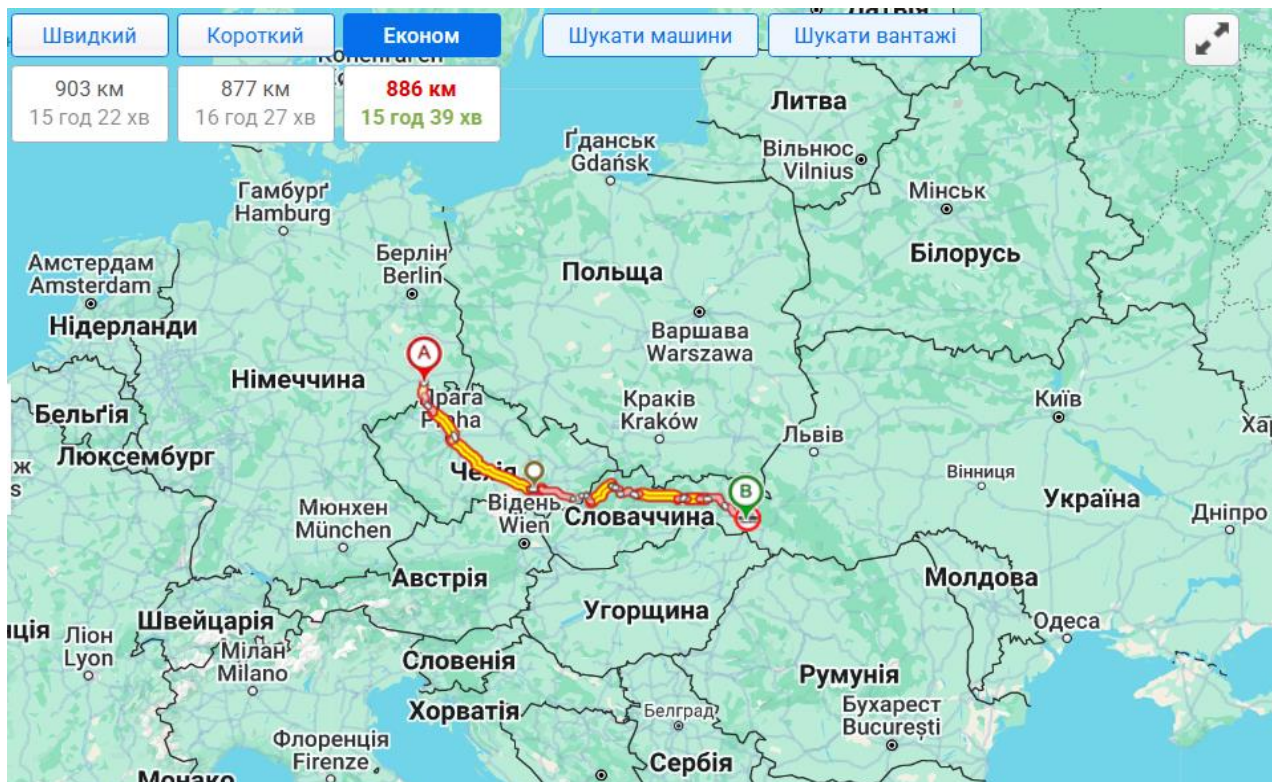


Рис. 2. Маршрут № 2 Німеччина – Україна через території Чехії та Словаччини

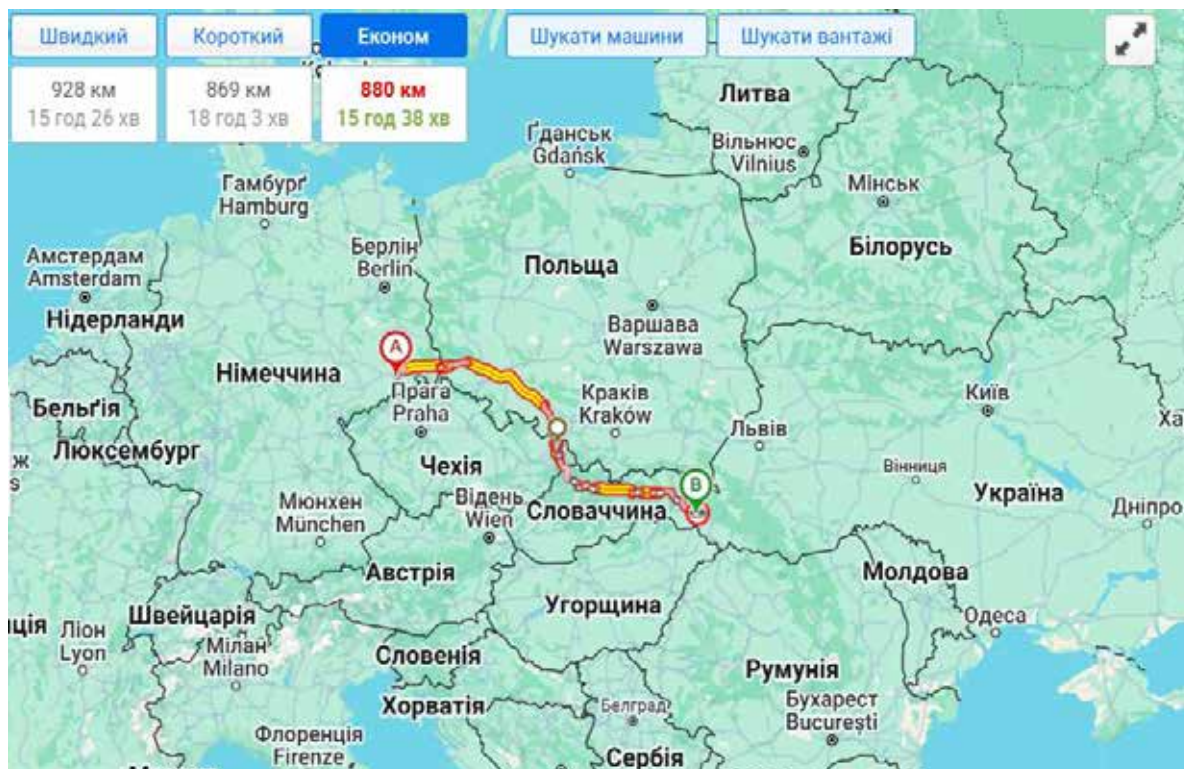


Рис. 3. Маршрут № 3 Німеччина – Україна через території Польщі, Чехії та Словаччини

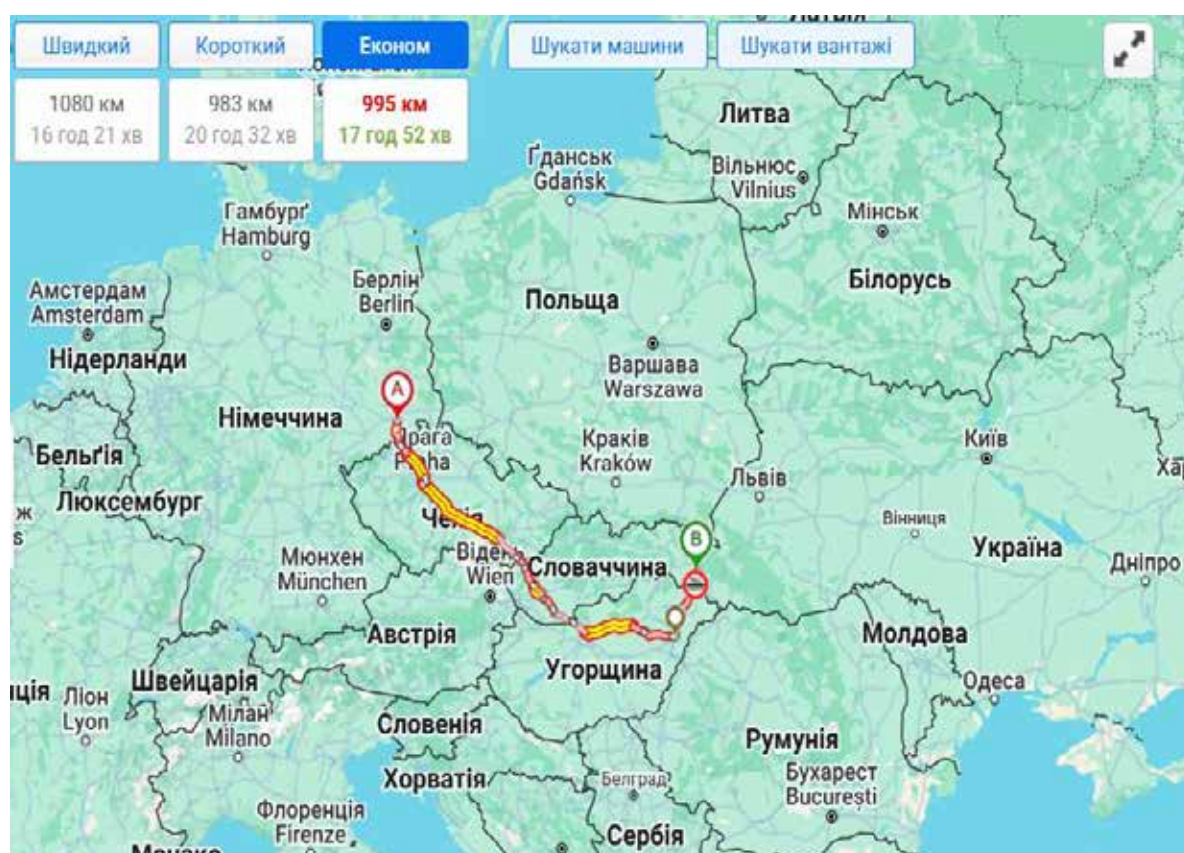


Рис. 4. Маршрут № 4 Німеччина – Україна через території Чехії, Словаччини та Угорщини

Загальна протяжність шляху прямування за маршрутом № 1 становить 828 км, а орієнтований час у дорозі – 27 годин 16 хвилин. Враховано нормативні зупинки, відпочинок водіїв та час на проходження митного контролю. Маршрут проходить через міста Болеславець і Катовіце (PL), Першов (SK) та передбачає в'їзд на територію України через пункт пропуску «Ужгород». Для другого маршруту загальна протяжність становить 872 км, орієнтований час у дорозі – близько 28 годин 40 хвилин. Перевезення здійснюється через міста Прага, Брно та Трнава з в'їздом на територію України через пункт пропуску «Ужгород» [7].

Для маршруту № 3 загальна протяжність становить 935 км, орієнтований час у дорозі – близько 30 годин 10 хвилин. Рух здійснюється через великі транзитні міста – Вроцлав, Острава, Жиліна – з в'їздом на українську територію через пункт «Ужгород» за рахунок інфраструктури в межах Чехії та Словаччини. Загальна протяжність за четвертим маршрутом становить 995 км, орієнтовний час у дорозі – приблизно 30 годин 55 хвилин. Рух здійснюється через великі транспортні коридори: Прага, Жиліна, Будапешт, з подальшим в'їздом до України через пункт пропуску «Захонь – Чоп» [7].

У процесі організації міжнародних автомобільних перевезень автозапчастин важливо забезпечити узгодженість усіх етапів логістичного ланцюга – від формування вантажного місця на складі до остаточної доставки на склад одержувача. Для цього застосовуються методи мережевого планування, які дозволяють ефективно моделювати послідовність робіт, враховувати часові витрати на кожен етап транспортування та виявляти критичні ділянки маршруту [8]. Мережеве планування має ряд переваг: забезпечує наочність технологічної послідовності робіт; дозволяє скласти оперативні та поточні плани, а також прогнозувати складні процеси; дозволяє виявити приховані ресурси часу і матеріальних засобів при виконанні виробничих процесів. Процес мережевого планування і управління (МПУ) містить чотири взаємопов'язаних етапи [8]:

1. Опис комплексу робіт, визначення їх тривалості та послідовності.

2. Побудова мережевого графіка.

3. Розрахунок і аналіз параметрів мережевого графіка.

4. Оптимізація мережевого графіка, контроль і оперативне управління ходом виконання комплексом робіт.

У рамках даного дослідження було розроблено мережевий графік просування логістичних потоків за чотирма маршрутами: Німеччина – Польща – Словаччина – Україна; Німеччина – Чехія – Словаччина – Україна; Німеччина – Польща – Чехія – Словаччина – Україна та Німеччина – Чехія – Словаччина – Угорщина – Україна. Для кожного з маршрутів встановлено послідовність робіт: оформлення документів, завантаження на складі відправника, перетин міжнародних пунктів пропуску, відпочинок водія, технічні зупинки, митне оформлення, доставка на склад в Ужгороді. Для кожної роботи задається очікувана тривалість у годинах (або днях), що дозволяє проаналізувати загальну ефективність маршруту та визначити резерви часу.

На (рис. 5) представлено мережевий графік, який охоплює всі чотири розглянуті маршрути.

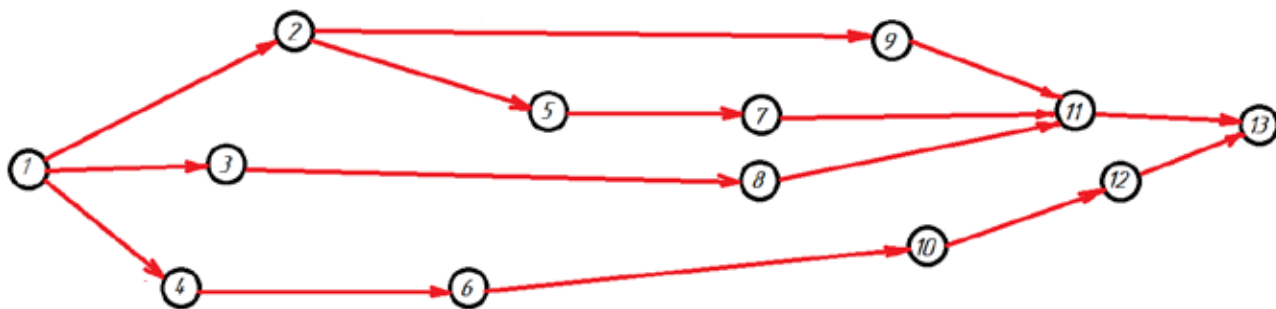


Рис. 5. Мережевий графік просування логістичних потоків за альтернативними маршрутами

Умовні позначення в кружечках [7]:

1 – м. Дрезден, Німеччина;

2 – МАПП Świecko – Frankfurt (Oder) (Німеччина-Польща);

3 – МАПП Breitenau – Petrovice (Німеччина-Чехія);

4 – м. Вроцлав, Польща;;

5 – Катовіце / Краків, Польща;

6 – м. Прага / Пльзень, Чехія;

7 – МАПП Barwinek – Vyšný Komárnik (Польща-Словаччина);

8 – МАПП Břeclav – Kúty (Чехія-Словаччина);

9 – м. Жиліна / Банська Бистриця, Словаччина;

10 – МАПП Rajka – Hegyeshalom (Словаччина-Угорщина);

11 – МАПП Vyšné Nemecké – Ужгород (Словаччина-Україна);

12 – МАПП Захонь – Чоп (Тиса) (Угорщина–Україна);

13 – м. Ужгород, Україна.

Для реалізації сітьового планування доставки автозапчастин було складено повний перелік логістичних робіт, які виконуються на різних етапах маршруту. Час доставки за різними маршрутами представлено на (рис. 6).



Рис. 6. Порівняльна діаграма часу логістичної доставки за різними міжнародними маршрутами

Прийняття рішень в умовах невизначеності є ключовим аспектом аналізу транспортної логістики. Вибір оптимального маршруту міжнародних перевезень залежить від численних економічних, технічних та логістичних факторів. У транспортній галузі широко застосовуються методи теорії прийняття рішень, які дозволяють оцінити ефективність варіантів перевезень за різними критеріями. Серед найбільш поширених підходів, які використовуються для ухвалення рішень в умовах невизначеності, виділяють критерії Лапласа, Вальда, Севіджа та Гурвіца. Вони дозволяють оцінити ризики та обрати оптимальну стратегію перевезень [9].

Коротко розглянемо сутність кожного з означених критеріїв.

Суть критерію Лапласа (принцип рівномірності) полягає у наступному. Якщо немає інформації про ймовірність можливих станів середовища (наприклад, ситуації на митниці, затримки, попит), вважають, що усі варіанти рівномірні. Обирають рішення з найвищим середнім виграшем (або найменшими середніми витратами). У транспортній логістиці даний критерій застосовується, коли немає статистики щодо затримок або часу доставки новими маршрутами. Також він використовується для оцінки альтернативних перевізників чи напрямків за середньою ефективністю [10]. У нашому випадку ймовірності затримок невідомі, тому пропонується обчислювати середній час доставки або середні витрати для кожного маршруту та обирати найкращий за критерієм Лапласа.

Суть критерію Вальда (максимінного, або критерію песимізму) полягає у тому, що приймається найбільш обережне (песимістичне) рішення. Для кожної альтернативи обирають найгірший можливий результат, а потім – варіант з найкращим серед найгірших. У транспортній логістиці він застосовується при високому рівні ризику або нестабільності (наприклад, воєнні дії, страйки, санкції) та допомагає мінімізувати потенційні втрати, навіть якщо прибуток буде менший [10].

Суть критерію Севіджа (мінімаксного жалю, або мінімізації втрат) полягає у тому, що він розглядає не самі результати, а «втрати можливостей» (жалю), які виникають, якщо рішення виявиться не найкращим. Обирають рішення, для якого максимальне можливе жалю мінімальне. У транспортній логістиці цей критерій підходить, коли потрібно зменшити ризик неправильного вибору маршруту чи постачальника [10]. Також він може бути корисним у ситуаціях, коли можна порівняти потенційні упущені вигоди (наприклад, через запізнення, штрафи, або втрату клієнтів).

Критерій Гурвіца (оптимізму–песимізму) виражає компроміс між оптимістичним і песимістичним підходами. Використовується коефіцієнт оптимізму α ($0 \leq \alpha \leq 1$). У транспортній логістиці він підходить для збалансованого прийняття рішень за умов часткової невизначеності та може бути корисним, коли менеджер впевнений частково, але також враховує і ризики [10]. Підсумкове порівняння критеріїв зведено в (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння критеріїв Лапласа, Вальда, Севіджа та Гурвіца

Критерій	Ставлення до ризику	Тип рішень	Приклад у логістиці
Лапласа	Нейтральне	Середнє значення результатів	Вибір маршруту без статистики затримок
Вальда	Песимістичне	Мінімізація втрат у найгіршому випадку	Перевезення через нестабільний регіон
Севіджа	Обережне	Мінімізація упущених можливостей	Вибір перевізника з мінімальним «жалем»
Гурвіца	Збалансоване	Компроміс оптимізму та песимізму	Вибір постачальника за часткової невизначеності

Вибір оптимального маршруту розподілу логістичних потоків міжнародної перевезення доставки вантажів є складним процесом. Оцінка маршрутів за критеріями Лапласа, Вальда, Севіджа та Гурвіца дозволяє логістичним операторам приймати обґрунтовані рішення щодо ефективності логістичної доставки.

Для подальшого аналізу було визначено орієнтовні логістичні витрати за кожним із чотирьох маршрутів, що дозволило застосовувати методи теорії прийняття рішень для оцінки вибору оптимального маршруту (див. табл. 2).

Таблиця 2

Оцінка вартості за критеріями прийняття рішень

Маршрути	Вартість, €	Відносна оцінка (вартість, мін.)
Маршрут № 1	1250,67	1,00
Маршрут № 2	1308,67	1,05
Маршрут № 3	1368,67	1,09
Маршрут № 4	1450,50	1,16

Усі вхідні дані – орієнтовні вартості перевезень – були нормалізовані шляхом поділу на найменше значення серед них. Це дозволило уніфікувати оцінки та зробити результати порівнюваними між маршрутами. Розрахунок для маршруту № 1.

$$\text{Критерій Лапласа: } L_1 = \frac{1+1+1}{3} = 1,00$$

$$\text{Критерій Вальда: } W_1 = \max(1) = 1,00$$

$$\text{Критерій Севіджа: } S_1 = \max(1) = 1,00$$

$$\text{Критерій Гурвіца: } H_1 = 0,6 \cdot 1 + 0,4 \cdot 1 = 1,00$$

Розрахунок для маршруту № 2.

$$\text{Критерій Лапласа: } L_2 = \frac{1,05 + 1,05 + 1,05}{3} = 1,05$$

$$\text{Критерій Вальда: } W_2 = \max(1,05) = 1,05$$

$$\text{Критерій Севіджа: } S_2 = \max(1,16 - 1,05) = 0,11$$

$$\text{Критерій Гурвіца: } H_2 = 0,6 \cdot 1,05 + 0,4 \cdot 1 = 1,03$$

Розрахунок для маршруту № 3.

$$\text{Критерій Лапласа: } L_3 = \frac{1,09 + 1,09 + 1,09}{3} = 1,09$$

$$\text{Критерій Вальда: } W_3 = \max(1,09) = 1,09$$

$$\text{Критерій Севіджа: } S_3 = \max(1,16 - 1,09) = 0,07$$

$$\text{Критерій Гурвіца: } H_3 = 0,9 \cdot 1,05 + 0,4 \cdot 1 = 1,05$$

Розрахунок для маршруту № 4.

$$\text{Критерій Лапласа: } L_4 = \frac{1,16 + 1,16 + 1,16}{3} = 1,16$$

$$\text{Критерій Вальда: } W_4 = \max(1,16) = 1,16$$

$$\text{Критерій Севіджа: } S_4 = \max(1,16 - 1,16) = 0,00$$

$$\text{Критерій Гурвіца: } H_4 = 0,6 \cdot 1,16 + 0,4 \cdot 1 = 1,10$$

У таблиці 3 наведено узагальнені результати розрахунків, що дозволяють наочно порівняти маршрути та зробити остаточні висновки щодо оптимізації міжнародних логістичних потоків на підставі методів теорії прийняття рішень в умовах невизначеності.

Таблиця 3

Порівняльна оцінка маршрутів розподілу логістичних потоків за критеріями прийняття рішень

Критерій	Маршрут № 1	Маршрут № 2	Маршрут № 3	Маршрут № 4
Лапласа	1,00	1,05	1,09	1,16
Вальда	1,00	1,05	1,09	1,16
Севіджа	0,16	0,11	0,07	0,00
Гурвіца $\alpha = 0,6$	1,00	1,03	1,05	1,10

У результаті проведених розрахунків було отримано кількісні оцінки ефективності кожного з чотирьох розглянутих маршрутів та побудовано наочні діаграми для критеріїв Лапласа (див. рис. 7), Вальда (див. рис. 8), Севіджа (див. рис. 9) та Гурвіца (див. рис. 10). Це дозволило комплексно оцінити маршрути з позицій середніх витрат, максимально можливих втрат, рівня ризику та компромісного підходу між песимістичним і оптимістичним сценаріями.

Для оцінки маршрутів за критерієм Лапласа було враховано середнє значення виграшу для кожного маршруту, виходячи з припущення рівноймовірності можливих сценаріїв. Як видно з рисунка 7, найкращий показник отримав маршрут № 1 з оцінкою 1,00, що свідчить про його стабільну ефективність у середньому випадку. Зі збільшенням кількості транзитних країн середнє значення витрат також зростає, що негативно впливає на загальну привабливість інших маршрутів.

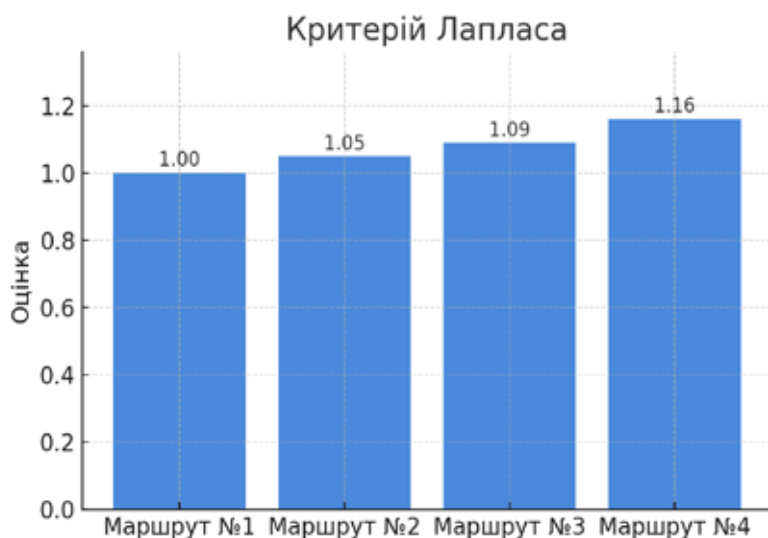


Рис. 7. Порівняльна діаграма розрахунку міжнародних маршрутів за критерієм Лапласа

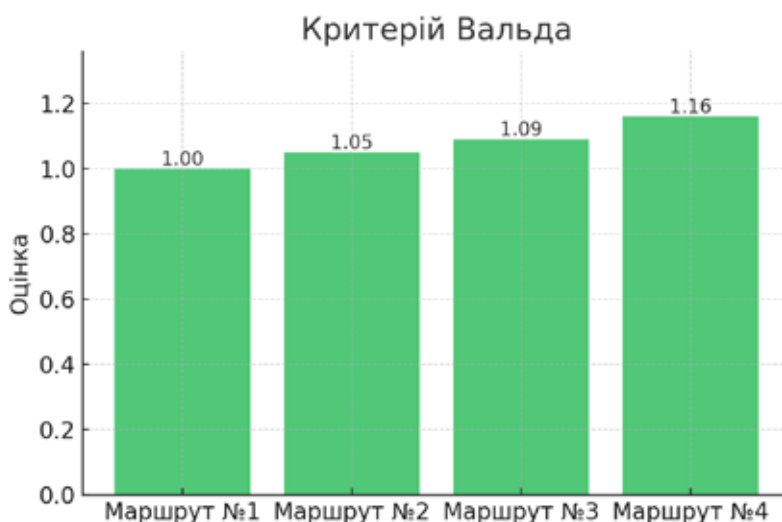


Рис. 8. Порівняльна діаграма розрахунку міжнародних маршрутів за критерієм Вальда



Рис. 9. Порівняльна діаграма розрахунку міжнародних маршрутів за критерієм Севіджа



Рис. 10. Порівняльна діаграма розрахунку міжнародних маршрутів за критерієм Гурвіца

Критерій Вальда демонструє найгірший можливий варіант для кожного маршруту. Цей підхід особливо доцільний у випадках, коли логістичний оператор прагне уникнути максимально негативного сценарію. Як показано на рисунку 8, найменші витрати у найгіршому сценарії знову має маршрут № 1. Найвищий показник характерний для маршруту № 4, що робить його менш привабливим з точки зору ризиків.

Аналіз за критерієм Севіджа базується на обчисленні максимального «розчарування» – тобто різниці між оптимальним варіантом і поточним. На рисунку 9 видно, що мінімального розчарування зазнає маршрут № 4 ($S = 0$), тобто незалежно від обставин цей маршрут не буде найгіршим. Найбільше значення спостерігається для маршруту № 1, оскільки його найкращий результат не гарантує перевагу в усіх можливих сценаріях.

Рисунок 10 ілюструє динаміку змін критеріїв залежно від рівня ризику або оптимізму особи, яка приймає рішення (зокрема, при зміні коефіцієнта α у критерії Гурвіца). Це дозволяє адаптувати модель вибору маршруту під реальні умови транспортної ситуації, наприклад, у разі прогнозування загострень на кордоні чи погіршення дорожньої інфраструктури. Критерій Гурвіца поєднує в собі елементи оптимістичного та песимістичного підходів. При заданому коефіцієнті $\alpha = 0.6$, що відповідає середньому рівню оптимізму, найбільш збалансованим маршрутом знову виступає маршрут № 1 ($H = 1.00$). Водночас маршрут № 4 отримав найвищу оцінку, що свідчить про його підвищені ризики у поєднанні з вартістю доставки.

Результати даної роботи можуть бути корисними за умов управлінської невизначеності в логістиці: неповної інформації для прийняття рішень, коли менеджери не мають достовірних прогнозів щодо попиту,

витрат чи часу доставки; невизначеності у виборі оптимального маршруту або постачальника, коли важко оцінити, який варіант буде найвигіднішим у конкретних умовах.

Невизначеність у міжнародній логістичній доставці проявляється у коливаннях часу, вартості, надійності та безпеки перевезень. Для її зменшення пропонується використовувати: цифрові системи моніторингу (GPS, IoT, блокчейн); страхування ризиків; сценарне планування та критерії прийняття рішень (Лапласа, Вальда, Севіджа, Гурвіца); диверсифікацію маршрутів і партнерів; створення резервних планів постачання (contingency plans).

Створімо для нашого прикладу матрицю ризиків, яка показує, які ризики можуть виникати під час для міжнародних логістичних перевезень вантажів, наскільки вони ймовірні та які можуть мати наслідки (див. табл. 4).

Таблиця 4

Матриця ризиків у міжнародній транспортній логістиці

№	Тип ризику	Ймовірність (P)	Вплив (I)	Рівень ризику (R = P × I)	Можливі наслідки	Заходи мінімізації
1	Затримка на митниці або кордоні	Висока (4)	Високий (4)	16 (критичний)	Порушення строків поставки, штрафи	Попередня митна декларація, використання “єдиного вікна”, вибір менш завантажених пунктів пропуску
2	Зміна митних або торговельних правил	Середня (3)	Високий (4)	12 (високий)	Збільшення витрат, простої, переоформлення документів	Постійний моніторинг законодавства, співпраця з брокером
3	Колівання вартості фрахту або пального	Висока (4)	Середній (3)	12 (високий)	Зростання транспортних витрат, зниження прибутковості	Фіксація тарифів у контрактах, використання паливних хеджів
4	Пошкодження або втрата вантажу	Низька (2)	Високий (4)	8 (помірний)	Фінансові втрати, зниження довіри клієнта	Страхування вантажів, контроль упаковки, GPS-моніторинг
5	Політична або воєнна нестабільність у транзитній країні	Середня (3)	Дуже високий (5)	15 (критичний)	Блокування маршруту, затримка або втрата товару	Диверсифікація маршрутів, альтернативні перевізники
6	Погодні умови (бура, ожеледиця)	Середня (3)	Середній (3)	9 (помірний)	Затримки у доставці	Гнучке планування, врахування сезонності
7	Збій IT-систем або кібератака	Низька (2)	Високий (4)	8 (помірний)	Втрата даних, порушення координації	Резервне копіювання, кіберзахист
8	Брак транспорту або водіїв	Середня (3)	Середній (3)	9 (помірний)	Втрата часу, порушення графіку	Контракти з кількома перевізниками, кадровий резерв
9	Неточність прогнозу попиту	Висока (4)	Середній (3)	12 (високий)	Надлишкові або дефіцитні запаси	Використання аналітики, регулярне оновлення прогнозів
10	Помилка персоналу при оформленні документів	Середня (3)	Середній (3)	9 (помірний)	Затримка митного оформлення	Навчання персоналу, подвійна перевірка документів

Отримана для оптимального маршруту матриця ризиків допомагає візуально визначити найнебезпечніші чинники (червона зона); розставити пріоритети у роботі з ризиками; розробити план дій для мінімізації впливу кожного ризику.

Висновки. Оптимізація міжнародних логістичних потоків в умовах невизначеності є складним, але необхідним завданням для підвищення ефективності зовнішньоекономічної діяльності. Застосування методів теорії прийняття рішень, зокрема критеріїв Лапласа, Вальда, Севіджа та Гурвіца, дає можливість оцінити ризики, зважити ймовірні наслідки та обрати оптимальний варіант логістичної стратегії. Використання цих підходів сприяє зменшенню впливу невизначених факторів (політичних, економічних, технологічних) і підвищує стійкість ланцюгів постачання.

Таким чином, інтеграція методів прийняття рішень у систему управління міжнародною логістикою забезпечує збалансоване поєднання ефективності, надійності та гнучкості логістичних процесів.

Отже, отримані в даній роботі результати дозволяють не лише визначити оптимальний маршрут у межах кожного окремого критерію, а й виявити загальні тенденції, які можуть бути використані при прийнятті логістичних рішень. Наприклад, завдяки візуалізації даних логістичні оператори можуть обґрунтовано обрати маршрут, який забезпечить мінімальні витрати та найменші логістичні ризики в довгостроковій перспективі.

Список використаних джерел:

1. Верещагіна Г. В., Сушко К. В. Оптимізація транспортно-логістичної діяльності підприємства. *Матеріали конференції «Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики»*. Харків, 2018. С. 126–129. URL: <https://ndc-ipr.org/media/publications/files>
2. Малиновський Ю. В., Ремез О. С., Сорока В. В., Гринчук Т. В. Адаптивні стратегії управління міжнародною логістикою в умовах глобальних криз. *European scientific journal of Economic and Financial innovation*. № 4 (18), 2025. DOI: <http://doi.org/10.32750/2025-0414>
3. Сколоздра Ю. І. Оптимізація логістичних процесів в імпортній діяльності. *Економіка та суспільство*. Вип. № 73. 2025. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-128>
4. Гриценко С. І., Дейкун В. О. Оптимізація логістичних процесів підприємства в умовах цифрової трансформації (на прикладі Kuehne + Nagel). *Вісник економічної науки України*. № 1 (48), 2025. С. 134–139. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2025.1\(48\).134-139](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2025.1(48).134-139)
5. Вакуленко В. Л., Лю Юнтао, Лю Сяовой. Система ризик-менеджменту логістичних систем в умовах воєнного стану України. *Сталий розвиток економіки*. № 3 (54), 2025. С. 296–300. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-54-45>
6. Flagma.ua. Розрахунок відстаней маршрутів URL: <https://flagma.ua/uk/rozrahunok-vidstaney.html>
7. Азарян Б. С. Проектування транспортно-логістичної схеми доставки автозапчастин у міжнародному сполученні : випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті). Науковий керівник – к.т.н., доц. Кузьменко А. І. Університет митної справи та фінансів, Дніпро, 2025. 77 с.
8. Кужель В. Біліченко В. Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 163 с. URL: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2022/Bilichenko_2017_163.pdf
9. Savidge, Gurvitz et al. Methods for evaluating international transport routes. 2021. URL: <https://studfile.net/preview/2798320/page:27/>
10. Український Чат GPT 5. URL: <https://chatgpt.com/g/g-S8ztDuUKM-ukrainskii-chat-gpt/c/68fddb20-9ee4-832b-a860-10e6dfc0a599>

References:

1. Vereshchahina, H. V., & Sushko, K. V. (2018). Optymizatsiia transportno-lohistychnoi diialnosti pidpriemstva [Optimization of transport and logistics activity of the enterprise]. In *Materialy konferentsii "Konkurentospromozhnist ta innovatsii: problemy nauky ta praktyky"* (pp. 126–129). Kharkiv. Retrieved from: <https://ndc-ipr.org/media/publications/files>
2. Malynovskyi, Yu. V., Remez, O. S., Soroka, V. V., & Hrynychuk, T. V. (2025). Adaptivni stratehii upravlinnia mizhnarodnoiu lohistykoiu v umovakh hlobalnykh kryz [Adaptive strategies for managing international logistics under global crises]. *European Scientific Journal of Economic and Financial Innovation*, 4(18). <https://doi.org/10.32750/2025-0414>
3. Skolozdra, Yu. I. (2025). Optymizatsiia lohistychnykh protsesiv v importnii diialnosti [Optimization of logistics processes in import activities]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 73. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-128>
4. Hrytsenko, S. I., & Deikun, V. O. (2025). Optymizatsiia lohistychnykh protsesiv pidpriemstva v umovakh tsyfrovoi transformatsii (na prykladi Kuehne + Nagel) [Optimization of enterprise logistics processes in the context of digital transformation (on the example of Kuehne + Nagel)]. *Visnyk Ekonomichnoi Nauky Ukrainy*, 1(48), 134–139. [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2025.1\(48\).134-139](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2025.1(48).134-139)
5. Vakulenko, V. L., Liu, Yuntao, & Liu, Xiaowei. (2025). Systema ryzyk-menedzhmentu lohistychnykh system v umovakh voiennoho stanu Ukrainy [Risk management system of logistics systems under martial law in Ukraine]. *Stalyi Rozvytok Ekonomiky*, 3(54), 296–300. <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-54-45>
6. Flagma.ua. (n.d.). Rozrahunok vidstanei marshrutiv [Distance calculation of routes]. Retrieved from: <https://flagma.ua/uk/rozrahunok-vidstaney.html>
7. Azarian, B. S. (2025). Proiektuvannia transportno-lohistychnoi skhemy dostavky avtozapchastyn u mizhnarodnomu spoluchenni [Design of a transport and logistics delivery scheme for auto parts in international connection] (Bachelor's thesis, University of Customs and Finance). Dnipro: University of Customs and Finance.

-
8. Kuzhel, V., & Bilichenko, V. (2017). Modeliuvannia tekhnolohichnykh protsesiv pidpriemstv avtomobilnoho transportu: Navchalnyi posibnyk [Modeling of technological processes of road transport enterprises: Textbook]. Vinnytsia: VNTU. Retrieved from: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2022/Bilichenko_2017_163.pdf
9. Savidge, Gurvitz, et al. (2021). Methods for evaluating international transport routes. Retrieved from: <https://studfile.net/preview/2798320/page:27/>
10. Ukrainian Chat GPT 5. (n.d.). Retrieved from: <https://chatgpt.com/g/g-S8ztDuUKM-ukrainskii-chat-gpt/c/68fddb20-9ee4-832b-a860-10e6dfc0a599>

Дата надходження статті: 26.10.2025

Дата прийняття статті: 17.11.2025

Опубліковано: 30.12.2025